

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-184766

(43)Date of publication of application : 30.06.2000

(51)Int.Cl. H02P 5/28
B62D 5/04
B62D 6/00
H02P 6/06

(21)Application number : 10-354606

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 14.12.1998

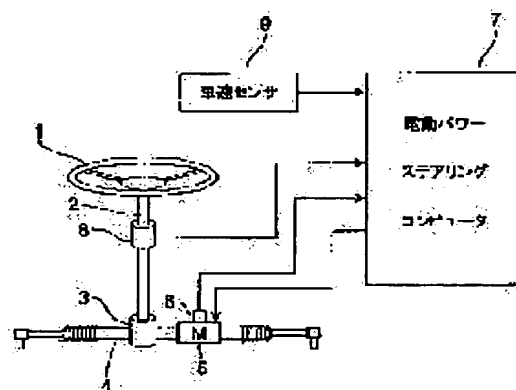
(72)Inventor : TOMITA MASAOKI
MIZUTANI RYOJI

(54) MOTOR CONTROLLER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent deterioration in the output torque characteristics by compensating for fluctuation in the motor characteristics incident to temperature rise of the motor.

SOLUTION: A motor controller performing field-weakening control by applying a field-weakening current comprises a voltage sensor for detecting the battery voltage, a temperature sensor for detecting the inner temperature of a PM motor 5, means for calculating a voltage value applied to the motor based on the detected battery voltage, and a current command operating section for correcting the calculated voltage value based on the detected inner temperature of the motor and calculating a field-weakening current value based on the corrected voltage value and a torque required by the motor wherein the motor is subjected to drive control based on the calculated field-weakening current value.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-184766
(P2000-184766A)

(43) 公開日 平成12年6月30日 (2000.6.30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 2 P 5/28	3 0 3	H 0 2 P 5/28	3 0 3 K 3 D 0 3 2
B 6 2 D 5/04		B 6 2 D 5/04	3 D 0 3 3
	6/00		5 H 5 6 0
H 0 2 P 6/06		H 0 2 P 6/00	3 3 1 C 5 H 5 7 5

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-354606

(22) 出願日 平成10年12月14日 (1998.12.14)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 富田 雅明

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 水谷 良治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外1名)

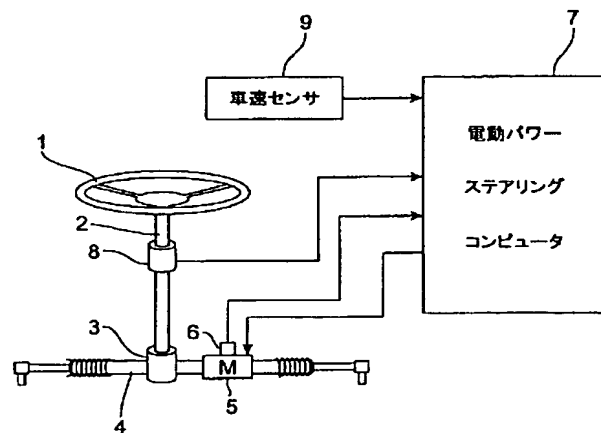
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 モータの温度上昇に伴うモータの特性の変動を補償し、出力トルク特性の劣化を防止することである。

【解決手段】 弱め界磁電流を与えることにより弱め界磁制御を行うモータ制御装置において、バッテリーの電圧を検出する電圧センサ12aと、PMモータ5の内部温度を検出する温度センサ5aと、電圧センサにより検出されたバッテリーの電圧に基づきモータに印加できる電圧値を算出すると共に、前記温度センサにより検出されたモータの内部温度に基づいて前記電圧算出手段により算出された電圧値を補正し補正電圧値を求め、この補正電圧値及びモータに要求される要求トルクに基づき弱め界磁電流の値を算出する電流指令演算部16を備え、この算出された弱め界磁電流の値に基づきモータを駆動制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 弱め界磁電流を与えることにより弱め界磁制御を行うモータ制御装置において、
 バッテリの電圧を検出する電圧検出手段と、前記電圧検出手段により検出されたバッテリーの電圧に基づきモータに印加できる印加電圧値を算出する印加電圧算出手段と、前記モータの内部温度を検出する温度検出手段と、前記印加電圧算出手段により算出された印加電圧値、前記温度検出手段により検出されたモータの内部温度及び前記モータに要求される要求トルクに基づき弱め界磁電流の値を算出する弱め界磁電流算出手段と、この算出された弱め界磁電流の値に基づき前記モータを駆動制御する駆動制御手段と、
 を有することを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 2】 前記弱め界磁電流算出手段は、前記温度検出手段により検出されたモータの内部温度に基づいて前記印加電圧算出手段により算出された印加電圧値を補正し補正印加電圧値を求める補正手段を更に備え、前記駆動制御手段は、前記補正印加電圧値に基づいて算出された弱め界磁電流の値に基づき前記モータを駆動制御することを特徴とする請求項 1 記載のモータ制御装置。

【請求項 3】 前記モータの回転数を検出する回転数検出手段を更に備え、前記回転数検出手段により検出された前記モータの回転数が所定値以上のときに、前記駆動制御手段は、弱め界磁電流の値に基づき前記モータを駆動制御することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載のモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、自動車に搭載される永久磁石型同期モータの駆動を制御するモータ制御装置に関するものであり、特に、弱め界磁制御を行って永久磁石型同期モータの駆動制御を行うモータ制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、車載モータとして永久磁石型同期モータ（以下、PMモータという）が用いられているが、このPMモータの特性は、バッテリー電圧値の変動により変化するものである。従って、特開平 7-107772 号公報に開示されているモータの駆動制御装置においては、バッテリー電圧を逐次検出して、このバッテリー電圧に基づいて算出されたモータに印可できる最大電圧及び要求トルクに基づいて弱め界磁電流の算出を行って、この弱め界磁電流の値に基づいてモータの駆動制御を行うことにより、バッテリー電圧値の変動に伴うPMモータ特性の変動の補償を行っている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、通常車両に搭載されているバッテリー（例えば、電動式パワーステア

リング装置のモータに用いられるもの等）の電圧は、通常 12V 程度のものであり、このような低電圧仕様に設計された車載モータにおいては、バッテリー電圧値の変動、バッテリーの充電状態（SOC : State of Charge）のみならずPMモータの温度変化がPMモータの特性の変動に大きな影響を与えることになる。しかしながら、上述のモータの駆動制御装置においては、PMモータ特性の変動の補償を行う場合に、PMモータの温度変化については何ら考慮されていなかった。

10 【0004】この発明の課題は、モータの温度上昇に伴うモータの特性の変動を補償し、出力トルク特性の劣化を防止することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項 1 記載のモータ制御装置は、弱め界磁電流を与えることにより弱め界磁制御を行うモータ制御装置において、バッテリーの電圧を検出する電圧検出手段と、前記電圧検出手段により検出されたバッテリーの電圧に基づきモータに印加できる印加電圧値を算出する印加電圧算出手段と、前記モータの内部温度を検出する温度検出手段と、前記印加電圧算出手段により算出された印加電圧値、前記温度検出手段により検出されたモータの内部温度及び前記モータに要求される要求トルクに基づき弱め界磁電流の値を算出する弱め界磁電流算出手段と、この算出された弱め界磁電流の値に基づき前記モータを駆動制御する駆動制御手段とを有することを特徴とする。

30 【0006】この請求項 1 記載のモータ制御装置によれば、温度検出手段により検出されたモータの内部温度を考慮して、弱め界磁電流算出手段により弱め界磁電流の値を算出しているため、モータの内部温度が変化することによりモータの出力トルクが減少することを防止することができる。

40 【0007】また、請求項 2 記載のモータ制御装置は、請求項 1 記載のモータ制御装置の前記弱め界磁電流算出手段は、更に、前記温度検出手段により検出されたモータの内部温度に基づいて前記印加電圧算出手段により算出された印加電圧値を補正し補正印加電圧値を求める補正手段を備え、前記駆動制御手段は、前記補正印加電圧値に基づいて算出された弱め界磁電流の値に基づき前記モータを駆動制御することを特徴とする。

【0008】この請求項 2 記載のモータ制御装置によれば、温度検出手段により検出されたモータの内部温度に基づいて最大電圧算出手段により算出された最大電圧値を補正して補正最大電圧値を求めて、この補正最大電圧値に基づいて算出された弱め界磁電流の値に基づいてモータを駆動制御するため正確なモータ制御を行うことができる。

50 【0009】また、請求項 3 記載のモータ制御装置は、請求項 1 又は請求項 2 記載のモータ制御装置において、更に、前記モータの回転数を検出する回転数検出手段を

備え、前記回転数検出手段により検出された前記モータの回転数が所定値以上のときに、前記駆動制御手段は、弱め界磁電流の値に基づき前記モータを駆動制御することを特徴とする。

【0010】この請求項3記載のモータ制御装置によれば、モータの回転数が所定値以上のときに、駆動制御手段が弱め界磁電流の値に基づきモータを駆動制御するため、弱め界磁電流の値に基づくモータの駆動制御が必要な高回転時に弱め界磁電流の値に基づくモータの駆動制御を行うことができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施の形態の説明を行う。図1はこの発明の実施の形態にかかる電動式パワーステアリング装置の全体構成を示す概略図である。

【0012】ステアリングホイール1はステアリングシャフト2の上端部に設けられている。また、ピニオンギヤ3はステアリングシャフト2の下端部に設けられており、このピニオンギヤ3はラック4に形成された直線状の歯車と噛み合されている。モータ5は、ラック4と同軸上に設けられており、このモータ5の回転により、図示しないボールナットを回転させ、この回転を図示しないリサーキュレートボール及びボールスクリュウによりラック4の推進力に変換する。

【0013】モータ5には、モータ5の回転角を検出するための回転角センサ6が設けられており、回転角センサ6により検出されたモータ5の回転角が電動パワーステアリングコンピュータ7に入力される。また、ステアリングシャフト2には、ステアリングホイール1のステアリングトルクを検出するためのトルクセンサ8が設けられており、このトルクセンサ8により検出されたステアリングトルクが電動パワーステアリングコンピュータ7に入力される。更に、電動パワーステアリングコンピュータ7には、車速センサ9により検出された車速が入力されている。一方、電動パワーステアリングコンピュータ7は、回転角センサ6により検出されたモータ5の回転角、トルクセンサ8により検出されたステアリングトルク等に基づいてモータ5に駆動信号を出力する。

【0014】図2は、この電動式パワーステアリング装置に用いられるPMモータ5及び電動パワーステアリングコンピュータ（モータ制御装置）7を示すブロック線図である。図中符号12で示すものは、PWMインバータであり、このPWMインバータ12によりPMモータ5に対して三相電流が供給される。PMモータ5には内部温度を検出するための温度センサ5aが設けられてお

り、温度センサ5aにより検出された、PMモータ5の内部温度 t_m が電流指令演算部16に入力される。

【0015】電流検出部18a、18bは、U相及びV相の電流を検出して、その電流値 i_u 、 i_v を座標変換（三相／二相変換）部20に入力する。座標変換部20においては、電流値 i_u 、 i_v からW相の電流値 i_w を求めると共に三相の電流値 i_u 、 i_v 、 i_w を三相／二相変換し、位置検出部22により検出されるPMモータ5の電気角 θ を考慮して回転座標系の界磁電流 i_d 及びトルク電流 i_q を求める。

10

【0016】電流指令演算部16においては、図3に示すフローチャートにしたがって電流指令値の算出が行われる。即ち、電流指令演算部16は、PMモータ5のモータ回転数 N 及びPMモータ5に要求される要求トルクの指令、即ちアシストトルク指令 T^* が入力される（ステップS10）。次に、モータ回転数 N がPMモータ5のベース回転数 N_b 以上であるか否かの判断を行い（ステップS11）、ベース回転数 N_b 以上でないか判断された場合には、界磁電流指令値 $i_d^*=0$ としてトルク電流 i_q^* を算出し（ステップS12）、通常の界磁制御を行うための界磁電流指令値 $i_d^* (=0)$ 、トルク電流指令値 i_q^* をそれぞれ出力する（ステップS13）。

20

【0017】一方、上述のステップS11において、モータ回転数 N がPMモータ5のベース回転数 N_b 以上であると判断された場合には、モータの内部温度 t_m の入力を受け（ステップS14）、数式1～数式3に基づいてモータの内部温度 t_m より ΔV を算出する（ステップS15）。即ち、定常状態におけるPMモータ5の等価回路の電圧式は数式1により示すことができる。

30

【0018】

【数1】

$$\begin{bmatrix} v_d \\ v_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & -NL_q \\ NL_d & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ NK_e \end{bmatrix}$$

R: 巻線抵抗

L_d, L_q : dq軸自己インダクタンス

K_e : 逆起電圧定数

R、 K_e の温度変化分を ΔR 、 ΔK_e とするとPMモータ5の等価回路の電圧式は数式2により示すことができる。

【0019】

【数2】

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} v_d \\ v_q \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} R + \Delta R & -NL_q \\ NL_d & R + \Delta R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ N(K_e + \Delta K_e) \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} R & -NL_q \\ NL_d & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ NK_e \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta R i_d \\ \Delta R i_q + N \Delta K_e \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

ここで温度上昇によるモータ電圧特性の変動分を ΔV とすると、数式3で ΔV を示すことができる。

【0020】

【数3】

$$\begin{bmatrix} \Delta v_d \\ \Delta v_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta R i_d \\ \Delta R i_q + N \Delta K_e \end{bmatrix}$$

$$\Delta V = \sqrt{\Delta v_d^2 + \Delta v_q^2}$$

次に、電流指令演算部16は、電圧センサ12aにより検出されたバッテリー電圧、即ちインバータ入力電圧 V_{dc} の入力を受け（ステップS16）、インバータ入力電圧 V_{dc} より最大モータ印加電圧 V_{MAX} を算出する（ステップS17）。そして、ステップS15において算出された ΔV を最大モータ印加電圧 V_{MAX} から差し引くことにより V_{MAX} を補正する（ステップS18）。次に、補正後の最大モータ印加電圧 V_{MAX} を V として、界磁電流指令値 i_d^* 、トルク電流 i_q^* を算出し（ステップS19）、弱め界磁制御を行うための界磁電流指令値 i_d^* 、トルク電流指令値 i_q^* をそれぞれ出力する（ステップS20）。

【0021】電流指令演算部16により出力された界磁電流指令値 i_d^* 及び座標変換部20より出力された界磁電流 i_d に基づいて電流偏差計算が行われ Δi_d^* が算出されて、 Δi_d^* がPI制御部24aに入力される。一方、電流指令演算部16により出力されたトルク電流指令値 i_q^* 及び座標変換部20より出力されたトルク電流 i_d に基づいて電流偏差計算が行われ Δi_q^* が算出されて、 Δi_q^* がPI制御部24bに入力される。

【0022】PI制御部24a及びPI制御部24bにおいては、比例積分演算が行われ、PI制御部24aにおいて指示界磁電圧 V_d^* が求められと共にPI制御部24bにおいて指示トルク電圧 V_q^* が求められ、それぞれ座標変換（二相／三相変換）部26に入力される。座標変換部26においては、指示界磁電圧 V_d^* 及び指示トルク電圧 V_q^* に対して二相／三相変換を実行することにより三相の指令電圧 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* を求め、PWMインバータ12に対して出力する。PWMインバータ12は、三相の指令電圧 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* に基づいて、PMモータ5に対して三相電流を供給する。

【0023】この実施の形態にかかるモータ制御装置によれば、温度センサ5aにより検出されたPMモータ5

の内部温度を考慮して、電流指令演算部16において弱め界磁制御を行うための界磁電流指令値 i_d^* 、トルク電流指令値 i_q^* を算出しているため、モータの内部温度が変化することによりモータの出力トルクが減少することを防止することができ、周囲温度やモータの内部温度に左右されずに出力トルクを安定して得ることができる。

【0024】なお、上述の実施の形態においては、PMモータ5の内部に温度センサ5aを設けているが、PMモータ5の電圧・電流情報を用いて巻線抵抗値 R の変動を演算により求め、この値よりPMモータ5の内部温度を推定するようにしてもよい。

【0025】また、上述の実施の形態においては、 ΔV を数式1～数式3に基づいて算出しているが、予め温度変化と ΔV との関係を示すマップを作成し、このマップを参照することにより ΔV を求めるようにしてもよい。

【0026】また、上述の実施の形態において、PMモータのベース回転数 N_b をバッテリー電圧、温度等に基づいて可変としてもよく更に、最大電圧 V_{MAX} をバッテリー電圧等から推定するようにしても良い。

【0027】また、上述の実施の形態においては、電動式パワーステアリング装置に用いられるモータの制御装置について説明したが、このモータ制御装置を電動式パワーステアリング装置に用いられるモータ以外のモータの制御に用いるようにしてもよい。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、温度検出手段により検出されたモータの内部温度を考慮して、弱め界磁電流算出手段により弱め界磁電流の値を算出しているため、モータの内部温度が変化することによりモータの出力トルクが減少することを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態にかかる電動式パワーステアリング装置の構成図である。

【図2】この発明の実施の形態にかかるPMモータ及びその制御装置を示すブロック線図である。

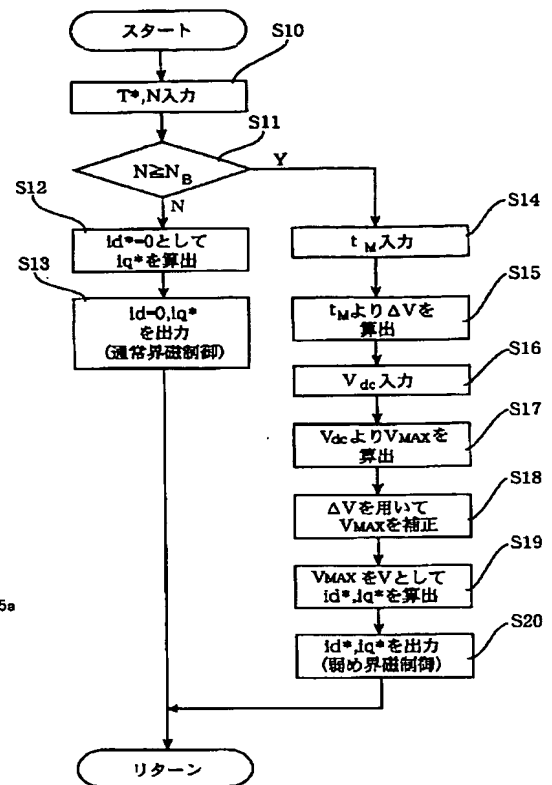
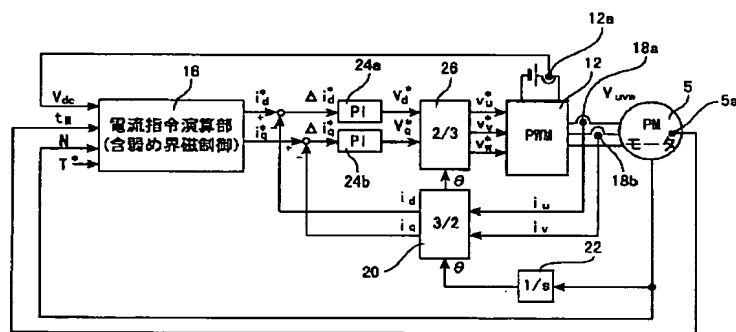
【図3】この発明の実施の形態にかかるPMモータ制御装置の電流指令演算部で行われる処理を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

5…PMモータ、5a…温度センサ、12…PWMインバータ、16…電流指令演算部、18a、18b…電流センサ、20…座標変換（三相／二相変換）部、22…位置検出部、24a、24b…PI制御部、26…座標

7

【図 3】



-5-

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.